

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Munehiro OGASAWARA

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: CHARGED-PARTICLE BEAM WRITER

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-285542	September 30, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)  
☐ are submitted herewith  
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-285542

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-285542 ]

出 願 人

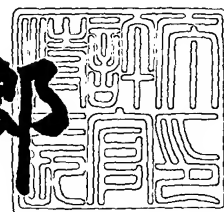
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 3月28日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3021530

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203914

【提出日】 平成14年 9月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 荷電ビーム描画装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研  
究開発センター内

【氏名】 小笠原 宗博

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
 【発明の名称】 荷電粒子ビーム描画装置  
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マスク上に形成されたキャラクタパターンを荷電粒子ビームでスキャンして試料上に該パターンを転写するスキャン転写方式の荷電粒子ビーム描画装置であって、

前記キャラクタパターンに相当するデータを展開する手段と、前記展開して得られた展開データに基づいて前記試料上の各位置における寸法補正のための照射量分布を求める手段と、前記求められた照射量分布に応じて前記キャラクタパターンのビームスキャン位置毎にビーム照射量を補正する手段とを具備してなることを特徴とする荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 2】

複数のアパーチャの光学的重なりによって成形された可変成形ビームを用いた可変成形ビーム露光方式と、マスク上に形成されたキャラクタパターンを荷電粒子ビームでスキャンして試料上に該パターンを転写するスキャン転写方式とを併用して試料上にパターンを描画する荷電粒子ビーム描画装置であって、

可変成形ビームにより描画するためのデータとキャラクタパターンに相当するデータを展開して重ね合わせる手段と、前記展開して得られた展開データに基づいて前記試料上の各位置における寸法補正のための照射量分布を求める手段と、前記求められた照射量分布に応じて、可変成形ビーム露光方式による成形ビームの照射位置毎にビーム照射量を補正し、且つスキャン転写方式によるビームスキャン位置毎にビーム照射量を補正する手段とを具備してなることを特徴とする荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 3】

前記ビーム照射量を補正する手段として、荷電粒子ビームの照射時間或いは電流密度を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の荷電粒子ビーム描画装置。

【請求項 4】

矩形アパーチャを有する第1成形アパーチャマスクと、多角形アパーチャ及び複数のキャラクタアパーチャを有する第2成形アパーチャマスクとを有し、第1成形アパーチャマスクの矩形アパーチャと第2成形アパーチャの多角形アパーチャとの光学的重なりで可変成形ビームを形成し、キャラクタアパーチャの選択によりキャラクタビームを形成することを特徴とする請求項2記載の荷電粒子ビーム描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばCADデータに基づいてウェハ上に微細パターンを形成するために用いられる荷電粒子ビーム描画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体製作プロセスに用いられる電子ビーム描画装置においては、スループットを上げるために矩形、三角形或いは任意パターンの断面を有するビームを発生して描画する可変成形ビーム方式、更にはLSIの繰返しパターンに相当するキャラクタパターンを選択して描画するキャラクタプロジェクション方式が採用されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

キャラクタプロジェクション方式においては、一定のパターンを一括して描画することが可能であるために、描画速度の飛躍的な向上が可能となる。また、キャラクタ寸法を大きくして含まれる図形数を大きくするほど描画速度の向上の割合は大きい。しかしながら、その場合にはビーム電流が面積に比例して大きくなるため、空間電荷効果や所謂ベルシェ効果により試料上でビームがぼける問題が生じる。また、ビーム電流を増やさないためには電流密度を可変成形ビームによる描画時に比べて大幅に低下させる必要があるが、電流密度の変更は電子光学系の調整を伴うため、無駄時間が大幅に長くなってしまう。

【0004】

そこで最近、マスクに形成されたキャラクタパターン上を電子ビームで走査す

ることにより、電流密度の大幅な増加や減少なしに大きなパターンを描画可能としたスキャン転写方式が提案されている（例えば、特許文献2）。この方式においては、マスク上のキャラクタパターンの大きさを任意に設定でき、しかも描画速度の大幅な低下を招くこともない。

## 【0005】

ところで、電子ビームを用いて描画を行う場合には、近接効果やかぶり等の寸法誤差を招く現象が起こる。スキャン転写方式を採用した場合、寸法誤差を補正するためにキャラクタパターンの転写を分割して行い、この際にそれぞれの分割要素でのビームの照射時間を変えることで照射量分布を与えることができる。しかしながら、その照射量分布は転写するパターン1つのみではなく、周囲のパターンの影響を受けるためパターンに固有ではない。試料上のどのパターンに対してどのような照射量分布を与えるかという方法については何ら考慮されていないのが現状である。

## 【0006】

## 【特許文献1】

特開2002-237445号公報

## 【0007】

## 【特許文献2】

特開2001-217173号公報

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

このように従来、スキャン転写方式による電子ビーム描画装置においては、周囲のパターンを考慮した照射量補正による寸法誤差補正の具体的な対策は何ら施されていないのが現状であった。このため、キャラクタパターンに対して最適な照射量分布を与えて寸法補正を行うことはできず、描画精度の低下を招く問題があった。また、この問題は、電子ビーム描画装置に限らず、イオンビーム描画装置についても同様に言えることである。

## 【0009】

本発明は、上記事情を考慮して成されたもので、その目的とするところは、キ

キャラクタパターンに対して最適な照射量分布を与えて寸法補正を行うことができ、描画精度の向上をはかり得る荷電粒子ビーム描画装置を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

(構成)

上記課題を解決するために本発明は、次のような構成を採用している。

【 0 0 1 1 】

即ち本発明は、マスク上に形成されたキャラクタパターンを荷電粒子ビームでスキャンして試料上に該パターンを転写するスキャン転写方式の荷電粒子ビーム描画装置であって、前記キャラクタパターンに相当するデータを展開する手段と、前記展開して得られた展開データに基づいて前記試料上の各位置において寸法補正のための照射量分布を求める手段と、前記求められた照射量分布に応じて前記キャラクタパターンのビームスキャン位置毎にビーム照射量を補正する手段とを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また本発明は、複数のアパーチャの光学的重なりによって成形された可変成形ビームを用いた可変成形ビーム露光方式と、マスク上に形成されたキャラクタパターンを荷電粒子ビームでスキャンして試料上に該パターンを転写するスキャン転写方式とを併用して試料上にパターンを描画する荷電粒子ビーム描画装置であって、可変成形ビームにより描画するためのデータとキャラクタパターンに相当するデータを展開して重ね合わせる手段と、前記展開して得られた展開データに基づいて前記試料上の各位置における寸法補正のための照射量分布を求める手段と、前記求められた照射量分布に応じて、可変成形ビーム露光方式による成形ビームの照射位置毎にビーム照射量を補正し、且つスキャン転写方式によるビームスキャン位置毎にビーム照射量を補正する手段とを具備してなることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

ここで、本発明の望ましい実施態様としては次のものが挙げられる。

【 0 0 1 4 】



(1) ビーム照射量を補正する手段として、荷電粒子ビームの照射時間或いは電流密度を制御すること。

【0015】

(2) 矩形アパーチャを有する第1成形アパーチャマスクと、多角形アパーチャ及び複数のキャラクタアパーチャを有する第2成形アパーチャマスクとを有し、第1成形アパーチャマスクの矩形アパーチャと第2成形アパーチャの多角形アパーチャとの光学的重なりで可変成形ビームを形成し、キャラクタアパーチャの選択によりキャラクタビームを形成すること。

【0016】

(3) スキャン転写方式では、多重描画を行うこと。

【0017】

(4) 可変成形ビーム方式とスキャン転写方式を同じ装置で行うこと。

【0018】

(作用)

本発明によれば、キャラクタパターンに相当するデータ（及び可変成形ビーム方式により描画するためのデータ）を試料上に展開すると共に、展開して得られる展開データに基づいて試料上の各位置における最適な照射量分布を求め、スキャン転写方式による描画を行う際には上記の照射量分布で転写するようにしている。即ち、ビームスキャン位置のそれぞれにおいて荷電粒子ビームの照射時間或いは電流密度などに分布を与えることにより、同一キャラクタパターン内でビーム照射量密度に分布を与えることができる。これにより、キャラクタパターンにおいても最適なビーム照射量で描画を行うことができ、近接効果補正等の寸法誤差補正のための正確な照射量補正が可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の詳細を図示の実施形態によって説明する。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態に係わる電子ビーム描画装置の光学系構成を示す図である。

## 【0021】

図中の11は電子ビームを発生する電子銃、12は電子ビームをオンオフするためのブランキング偏向器、13はビーム成形及びキャラクタ選択のための成形偏向器、14は対物主偏向器、15は対物副偏向器、16はブランキングアパーチャマスク、17は矩形アパーチャを有する第1成形アパーチャマスク、18は複数のアパーチャを有する第2成形アパーチャマスク、19はマスク等の試料、20は試料ステージ、21, 22, 23, 24は各種レンズ系を示している。

## 【0022】

電子銃11から放出された電子ビームはブランキングアパーチャマスク16を介して第1成形アパーチャマスク17に照射され、このマスク17のアパーチャ像が第2成形アパーチャマスク18上に結像される。そして、第2成形アパーチャマスク18で得られた像が試料19上に結像される。

## 【0023】

第2成形アパーチャマスク18には、図2に示すように、可変成形ビームを作成するための多角形アパーチャ201と、各種のパターンからなる複数のキャラクタアパーチャ202が形成されている。成形偏向器13により多角形アパーチャ201が選択されている場合は、第1成形アパーチャマスク17の矩形アパーチャ像と多角形アパーチャ201との光学的重なりにより、矩形や三角形のビームが成形される。この場合、可変成形ビーム方式による描画が行われる。

## 【0024】

成形偏向器13によりキャラクタアパーチャ202の何れかが選択される場合は、選択されたキャラクタアパーチャ202上でビームをスキャンすることによりキャラクタアパーチャ202の像が試料19上に転写される。この場合、スキャン転写方式による描画が行われる。

## 【0025】

ここで、成形偏向器13は多角形アパーチャ201の選択、キャラクタアパーチャ202の選択、及びビームスキャンの機能を有するものとしたが、アパーチャ201, 202の選択をそれぞれ別の偏向器で行うようにしてもよい。また、アパーチャ202上でのビームスキャンのために、より高速の偏向器を別に設け

てもよい。

#### 【0026】

図3は、本発明の一実施形態に係わる電子ビーム描画装置の全体構成を示す図である。

#### 【0027】

データ変換計算機301からデータ処理計算機302にCADデータが与えられ、データ処理計算機302からは一定領域の圧縮された描画パターンデータが出力される。データ処理計算機302から送られた一定領域の圧縮された描画パターンデータは、図形展開回路303において展開され、可変成形ビームを用いて描画するパターンに対しては四角形の種類を示す図形コード、試料上の偏向位置、縦横の長さなどにまで分解される。

#### 【0028】

図形は直角を含む台形、平行四辺形に分類され、さらにその向きによって分類されており、図形コードが割り振られている。例えば、台形として90度ずつの回転と、上辺と下辺との関係2種類を合わせて8種類に分類され、三角形と長方形は台形の特殊な例として分類される。平行四辺形も90度ずつの回転と、鏡像反転の関係2種類ずつで合わせて8種類に分類される。図形コードとしては図形コードの1～16を上記の分類に当てられる。

#### 【0029】

そして、図形分割回路304により、可変成形ビームの種類を示す図形コード5種類、ビーム寸法、試料上の偏向位置を示すデータにまで分解される。図4は、分解された図形データの例を示す。図形コードは矩形ビームと4種類の二等辺直角三角形ビームに対応して、17～21を割り当てる。一方、転写による描画を用いる図形においてはスキャン転写対象であるコードを示す22以降の図形コード、スキャン走査する際のスキャンピッチ、スキャン回数、試料上の偏向量のデータにまで展開される。スキャン転写の場合はこれ以上の分割はないので、図形分割回路304ではデータの処理を行わない。

#### 【0030】

また、図形展開回路303で展開されたデータに基づいて、後述するように、

近接効果補正回路 3 0 5 により近接効果補正のための補正量が計算され、更に照射図形演算回路 3 0 6 によりビーム照射量が決定される。

## 【 0 0 3 1 】

照射図形演算回路 3 0 6 の出力は偏向制御回路 3 1 0 に送られる。この偏向制御回路 3 1 0 により、ブランキングアンプ 3 1 1, 図形選択偏向アンプ 3 1 2, 成形偏向アンプ 3 1 3, ステージ駆動制御回路 3 1 4, 対物偏向アンプ 3 1 6, ステージ駆動制御回路 3 1 8 が制御される。ここで、ブランキングアンプ 3 1 1 は前記ブランキング偏向器 1 2 を駆動するもので、図形選択偏向アンプ 3 1 2 及び成形偏向アンプ 3 1 3 は前記成形偏向器 1 3 を駆動するものである。可変成形ビームを得る場合は、成形偏向アンプ 3 1 3 を用い、キャラクタパターンをパターンを用いる場合は図形選択偏向アンプ 3 1 2 を用いる。

## 【 0 0 3 2 】

ステージ駆動制御回路 3 1 4 は、前記第 2 成形アパーチャマスク (E B マスク) 1 8 を載置したマスクステージ 3 1 7 を駆動するものである。マスクステージ 3 1 7 の移動位置はレーザ干渉計 3 1 5 により測定され、その測定情報はステージ駆動制御回路 3 1 4 に与えられる。これにより、ステージ駆動制御回路 3 1 4 によるフィードバック制御が可能となっている。対物偏向アンプ 3 1 6 は、前記偏向器 1 4, 1 5 を駆動するものである。

## 【 0 0 3 3 】

ステージ駆動制御回路 3 1 8 は、試料 1 9 を載置した試料ステージ 2 0 を駆動するものである。試料ステージ 2 0 の移動位置はレーザ干渉計 3 1 9 により測定され、その測定情報はステージ駆動制御回路 3 1 8 に与えられる。これにより、ステージ駆動制御回路 3 1 8 によるフィードバック制御が可能となっている。

## 【 0 0 3 4 】

次に、可変成形ビーム方式とスキャン転写方式を併用した本装置における描画方法、特にビーム照射量補正方法について更に詳しく説明する。

## 【 0 0 3 5 】

偏向制御回路 3 1 0 では、図形コードにより可変成形ビーム描画を行う場合には、E B マスク 1 8 上の可変成形用パターン (多角形アパーチャ) 2 0 1 を用い

てビーム成形を行い試料19上に照射する。一方、スキャン転写を行う場合には、EBマスク18上のキャラクタアパーチャ202の何れかを選択し、選択したキャラクタアパーチャ202上をビームスキャンして該パターンを試料19上に転写する。ここで、偏向制御回路310の記憶手段には、例えば図5に示すような形式の、使用するEBマスク18に付随するデータが予め貯えられている。図形コードに対応して、対応するアドレスに対応する図形の含まれるEBマスク18のコード、EBマスク18内のブロック位置を示す座標(XB, YB)、ブロック内での相対位置座標(XF, YF)が含まれる。これから図形コードに対応するデータを読み取りEBマスク18上の該当するアパーチャ位置までビームを偏向し、指示された図形ピッチ、スキャン回数、照射量でビームを走査し、キャラクタパターンを試料19上に転写する。

## 【0036】

この際、選択された図形が成形偏向の範囲外にある場合には、EBマスクステージ317を移動させて所望のパターンを成形偏向領域に含まれるようにする。ここで、スキャン転写方式により描画するパターンデータのデータ構造は、例えば図6のようになっている。該当するEBマスク18上の座標と共に、パターンを格子状の小領域に分割してあり、各小領域でのパターン密度或いは代表図形の大きさと位置の情報を含めておく。さらに、パターンに含まれる全面積、重心のx座標、y座標を含む。説明を簡単にするためパターン密度情報を用いるとして説明する。

## 【0037】

データ処理計算機302から近接効果補正回路305においては、図形の分解と共に近接効果補正等の寸法誤差要因に対する補正処理の計算を行い、各領域に対して最適な照射量を求める。ここで、照射量計算は該当する領域のパターン密度分布に基づいて行う。50keVの描画装置では、例えば照射量を計算する矩形領域にその外周、例えば20 $\mu$ m幅領域を加えた矩形領域を考え、それを1 $\mu$ m角程度の小領域に分割する。次に、可変成形描画により描画するパターンの、各小領域に属する面積を求めて表を作る。次に、スキャン走査により描画するパターンデータに付随するパターン面積密度に基づいて各小領域に含まれる面積を

先に求めた表に加える。

【0038】

ここで、スキャン走査パターンに付随するデータの分割と小領域の分割とは必ずしも一致しないことがある。そこで、スキャン走査パターンに付随するデータの分割は、例えば $0.25\mu\text{m}$ 単位としておき、分割領域と小領域との重なり面積に基づいて配分するようにすれば良い。EBマスクに含まれるパターンデータは、描画に先立ちデータ処理回路302の記憶手段に保存しておく。

【0039】

図形データの形式としては、1つのパターンデータについて、例えば試料上 $20\mu\text{m}$ に転写されるパターンの場合で $0.25\mu\text{m}$ 格子に分割した場合には、図形データの含まれるアドレスに続き、各データの $80 \times 80 = 6400$ 個の格子に含まれるパターン面積のデータが記憶される。また、含まれる図形別に分類して、図7に示すように、各図形の数と配置を示すような形式とすることも可能である。

【0040】

図形寸法は、上記の $1\mu\text{m}$ 領域よりも小さく決めておく。パターンデータに含まれる図形を試料上に展開して各図形が含まれる領域にその面積を加える。この際、例えば1つの図形が異なる領域にまたがる場合には、図形面積と重心位置とに基づいて各領域に配分するようにする。

【0041】

以上の操作により、該当領域でのパターン面積密度分布全体が得られる。次いで、得られたパターン面積密度に基づいて近接効果補正のための照射量計算を行う。この補正計算の実現には公知の各種の方法を用いることができるが、例えば特開平9-289164号公報に述べられている方法を使えば良い。

【0042】

補正計算の結果は、図8に示すように、小領域の照射量を示している照射量テーブルに保存される。ここで、描画領域は試料全面でも良いし、メモリを節約するために、現在描画している領域を含む狭い領域とすることもできる。

【0043】

次に、描画においては、描画データ列で示された座標と、上記の補正計算の結果とから照射量を決定して描画を行う。可変成形ビーム方式の場合には、座標と照射量テーブルとを対応させ、対応する小領域に与えられた照射量で描画を行う。隣り合う小領域間では照射量の不連続が生じるので、実際には照射量を小領域中心で定義しておき、他の点では隣接する4つの小領域に指定された照射量とを用いて内挿により決定する。

## 【 0 0 4 4 】

一方、スキャン走査方式により転写を行う場合には、簡単のために、走査のピッチが照射量テーブルのデータのピッチと等しいとすると、図9に示すようになる。走査によるパターン上のビーム位置 ( $X_c$ ,  $Y_c$ ) に基づいて、上記照射量テーブルの対応するアドレスが求まり、それから照射量を求める。 $P_x$ ,  $P_y$  が照射量テーブルのデータのピッチと異なったり、ビーム走査の格子点と照射量テーブルを定義した格子点とがずれていたりして、( $X_c$ ,  $Y_c$ ) で与えられる点が照射量テーブルを定義した格子の点と一致しない場合には、照射量を内挿により求める。また、照射量の読み込みを高速化するためにスキャン走査用の小テーブルを先に上記の照射量テーブルから求めておき、それを用いて照射量を決定することもできる。

## 【 0 0 4 5 】

スキャン走査方式においては多重スキャンを行う場合がある。この場合には、多重度に応じて照射量を変更する。例えば4回スキャンを行う場合には、照射量テーブルに与えられた照射量が  $D_0$  であるとして、1～3回目の照射量  $D_1 \sim D_3 = D_0 / 4$ 、4回目  $D_4 = D_0 - (D_1 + D_2 + D_3)$  と決める。 $D_4$  の決め方が他と異なるのは数値計算上の桁落ちの影響を小さくするためである。多重走査において、走査毎に照射量を決める点をずらす場合には、照射量テーブルで与えられた格子点 ( $i$ ,  $j$ ) での照射量を1～3回目の照射量  $D_{(1 \sim 3)ij} = D_{ij} / 4$  と、4回目の照射量  $D_{4ij} = D_{ij} - (D_{1ij} + D_{2ij} + D_{3ij})$  として、走査時の各照射量を決める点での照射量を定めることができる。

## 【 0 0 4 6 】

また、近接効果だけでなく、遠距離感光作用やローディング効果のように更に

広い範囲のパターン面積分布に依存した寸法変動等を補正する場合には、スキャン転写パターンの全面積のデータを用いて補正計算を行うことで、計算効率を上げることが可能である。補正計算の方法としては、例えば以下に述べる方法がある。

## 【 0 0 4 7 】

まず、近接効果とかぶり作用及びローディング効果の補正を合わせて、各ショットにおける照射量密度  $D(x)$  を

$$0.5 D(x) (w - \Delta(x)) / w + \eta \int \sigma(x - x') D(x') dx' + \theta \int p(x - x') D(x') dx' = 0.5 D_0 \dots (1)$$

を満たすように決める。 $x$ 、 $x'$  は、記述の便宜上それぞれ、2次元ベクトルを示すものとする。 $D_0$  は基準照射量である。

## 【 0 0 4 8 】

ここで、 $\eta$  及び  $\theta$  はそれぞれ近接効果及び遠距離感光作用の影響を示すパラメータを示す。また、 $\sigma(x)$  及び  $p(x)$  はそれぞれ近接効果及び遠距離感光作用の広がりを与える関数である。これらは実験的に予め求めておく。

## 【 0 0 4 9 】

$\Delta(x)$  は、ローディング効果等照射量による寸法変動の分布を与える。1 mm 角程度の領域内では一定として考える。通常、近接効果の広がり  $\sigma(x)$  は  $10 \mu m$  程度であり、遠距離感光作用の広がり  $p(x)$  は数 mm 程度である。近接効果の広がり  $\sigma(x)$  に前方散乱の影響を含めると分布は中央が鋭いピークを持つものとなる。

## 【 0 0 5 0 】

ここで、(1) 式左辺の積分範囲はマスク全面のパターン領域である。しかし、実用的には  $\sigma(x - x')$  を含む第1の積分における積分範囲は点  $x$  を中心とする、半径数  $10 \mu m$  程度の領域、 $p(x - x')$  を含む第2の積分における積分範囲は点  $x$  を中心とする、半径  $30 mm$  程度の領域に限定しても良い。

## 【 0 0 5 1 】

近接効果と遠距離感光作用の補正を行う方法としては、例えば次のような方式が考えられる。 $D(x) = d p(x) \times d f(x)$  として、 $d f(x)$  の変化が



$d p(x)$  の変化に比べて緩やかだとすると、前記方程式 (1) は良い近似で

$$0.5 d p(x) d f(x) \{w - \Delta(x)\} / w \\ + \eta d f(x) \int \sigma(x - x') d p(x') d x' \\ + \theta \int q(x - x') d p(x') d f(x') d x' = 0.5 D_0 \dots (2)$$

)

となる。

【0052】

いま、 $d p(x)$  を

$$0.5 d p(x) + \eta w / \{w - \Delta(x)\} \int \sigma(x - x') d p(x') d x$$

$$= 0.5 \dots (3)$$

を満たすように決める。この条件下で、残る方程式は

$$0.5 d f(x) + \theta w / \{w - \Delta(x)\} \int q(x - x') d p(x') d f(x') d x'$$

$$= 0.5 w / (w - \Delta(x)) D_0 \dots (4)$$

となる。この方程式 (4) に含まれる積分は領域を 1 mm 角程度にして、その領域内で  $d f(x)$  が一定として求めても大きな誤差はない。この 1 mm 角の領域内に限定すると方程式 (4) の積分を含む項は

$$\theta \sum p(x - x_j) d f(x_j) \int d p(x') d x'$$

となる。ここで、 $j$  は領域を示す添え字で、方程式 (4) の積分を含む項は各領域についての積分を含む項の和で表されることとなる。

【0053】

方程式 (3) の両辺をこの 1 mm 角程度の領域で積分すると、第二項は二重積分

$$\int \int \sigma(x - x') d p(x') d x' d x$$

となる。これは良い近似で

$$\int d(x') d x'$$

となる。 $x'$  での積分領域をこの 1 mm 角の領域とすれば結局

$$[0.5 + \eta w / \{w - \Delta(x)\}] \int d p(x') d x'$$

$$= 0.5 \times (\text{パターン面積})$$

が得られる。つまり、

$$\int d p(x') d x' = (\text{パターン面積}) / (0.5 + \eta w / (w - \Delta(x)))$$

となり、方程式 (4) は領域 i について

$$0.5 d f(x_i) + \theta / [0.5 + \eta w / \{w - \Delta(x)\}] \sum q(x_i - x_j) d f(x_j) \\ \times (\text{パターン面積}) = 0.5 w / \{w - \Delta(x)\} D_0 \cdots (5)$$

となる。この方程式 (5) をマスク全面の各領域について連立させて  $d f(x_i)$  を求めることができる。各小領域のパターン面積を計算する際にはスキャン転写する領域については EB マスクのデータとして予め与えられているパターン面積を使うことで計算効率を高めることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

ここで述べた方法においては  $d f(x_i)$  は近接効果の影響を示すパラメータ  $\theta$  及び遠距離感光作用の影響を示すパラメータ  $\eta$ 、各領域内のパターン面積が知られていれば、近接効果補正を行うときに必要となる細かいパターン分布は必要としない。

#### 【 0 0 5 5 】

$d f(x)$  の分布を予め求めておいて記憶手段に貯えておき、描画時には先に述べた方法により描画領域近傍について計算して得られる  $d p(x)$  を計算した後、演算手段においてその領域に与えられる  $d f(x)$  の値を掛け合わせる事により、近接効果と遠距離感光作用及びローディング効果の全てを補正できる。

#### 【 0 0 5 6 】

このように本実施形態によれば、スキャン転写方式と可変成形ビーム方式による描画が混在する場合でも、スキャン転写パターンデータと可変成形ビーム方式による描画パターンデータとを合成した後に最適なビーム照射量を決定することにより、全領域にわたって近接効果などを補正した正確なビーム照射量を決定することができる。このため、キャラクタパターンに対しても最適な照射量分布を与えて寸法補正を行うことができ、描画精度の向上をはかることができる。

#### 【 0 0 5 7 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。実施形態では、

可変成形ビーム方式とスキャン転写方式とを併用した例を説明したが、本発明はこれに限らず、全領域が可変成形ビーム方式による描画である場合、逆に全領域がスキャン転写方式により描画する場合においても対応できる。また、スキャン転写方式によるパターン寸法が一定でない場合にも対応できる。さらに、スキャンのピッチをx方向、y方向とも1とすることで、通常のキャラクタプロジェクション描画に対しても適用することが可能である。

【 0 0 5 8 】

また、実施形態では電子ビーム描画装置を例に取り説明したが、本発明はイオンビーム描画装置においても同様に適用することができる。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【 0 0 5 9 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、キャラクタパターンに相当するデータを展開して得られた試料上でのレイアウトパターンに基づいて試料上の各位置において寸法補正のための照射量分布を求め、求めた照射量分布に応じてキャラクタパターンのビームスキャン位置のそれぞれにおいてビーム照射量を補正することにより、キャラクタパターンに対して最適な照射量分布を与えて寸法補正を行うことができ、これにより描画精度の向上をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係わる電子ビーム描画装置の光学系構成を示す図。

【図 2】

図 1 の装置に用いた第 2 成形アパーチャマスクの構成を示す平面図。

【図 3】

同実施形態に係わる電子ビーム描画装置の全体構成を示す図。

【図 4】

分割後のデータ構造を示す図。

【図 5】

E B マスクデータの構造を示す図。

【図 6】

スキャン転写方式による描画するパターンのデータ構造を示す図。

【図 7】

スキャン転写方式による描画するパターンの別のデータ構造を示す図。

【図 8】

照射量テーブルのデータ構造の例を示す図。

【図 9】

走査位置と照射量テーブルとの対応関係を示す図。

【符号の説明】

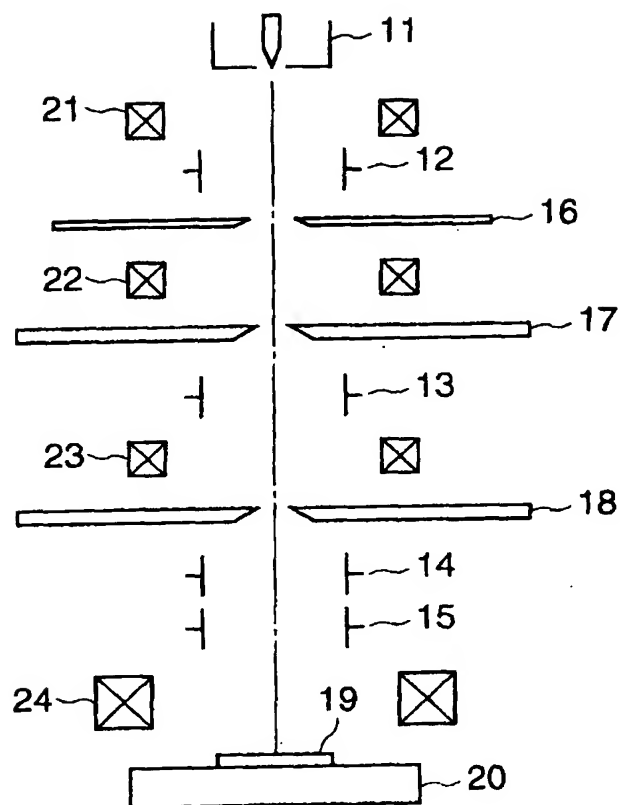
- 1 1 …電子銃
- 1 2 …ブランキング偏向器
- 1 3 …成形偏向器
- 1 4 …対物主偏向器
- 1 5 …対物副偏向器
- 1 6 …ブランキングアパーチャ
- 1 7 …第 1 成形アパーチャマスク
- 1 8 …第 2 成形アパーチャマスク
- 1 9 …マスク（試料）
- 2 0 …試料ステージ
- 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 …各種レンズ系
- 2 0 1 …多角形アパーチャ
- 2 0 2 …ラクタアパーチャ
- 3 0 1 …データ処理計算機
- 3 0 2 …データ処理計算機
- 3 0 3 …図形展開回路
- 3 0 4 …図形分割回路
- 3 0 5 …近接効果補正回路
- 3 0 6 …照射図形演算回路
- 3 1 0 …偏向制御回路

- 3 1 1 … ブランキングアンプ
- 3 1 2 … 図形選択偏向アンプ
- 3 1 3 … 成形偏向アンプ
- 3 1 4 … ステージ駆動制御回路
- 3 1 5 … レーザ干渉計
- 3 1 6 … 対物偏向アンプ
- 3 1 7 … マスクステージ
- 3 1 8 … ステージ駆動制御回路
- 3 1 9 … レーザ干渉計

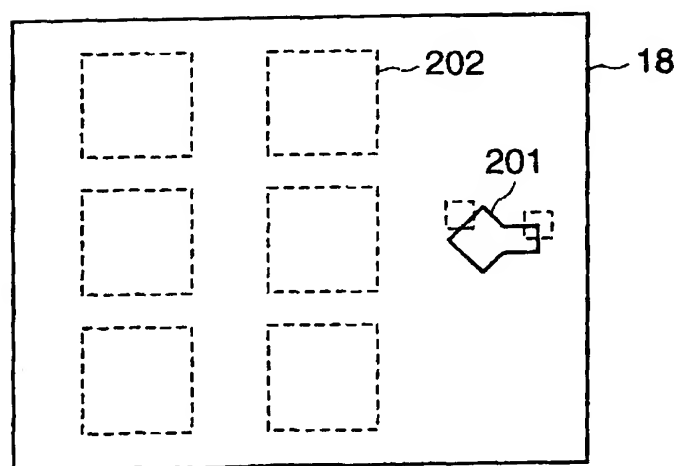
【書類名】

図面

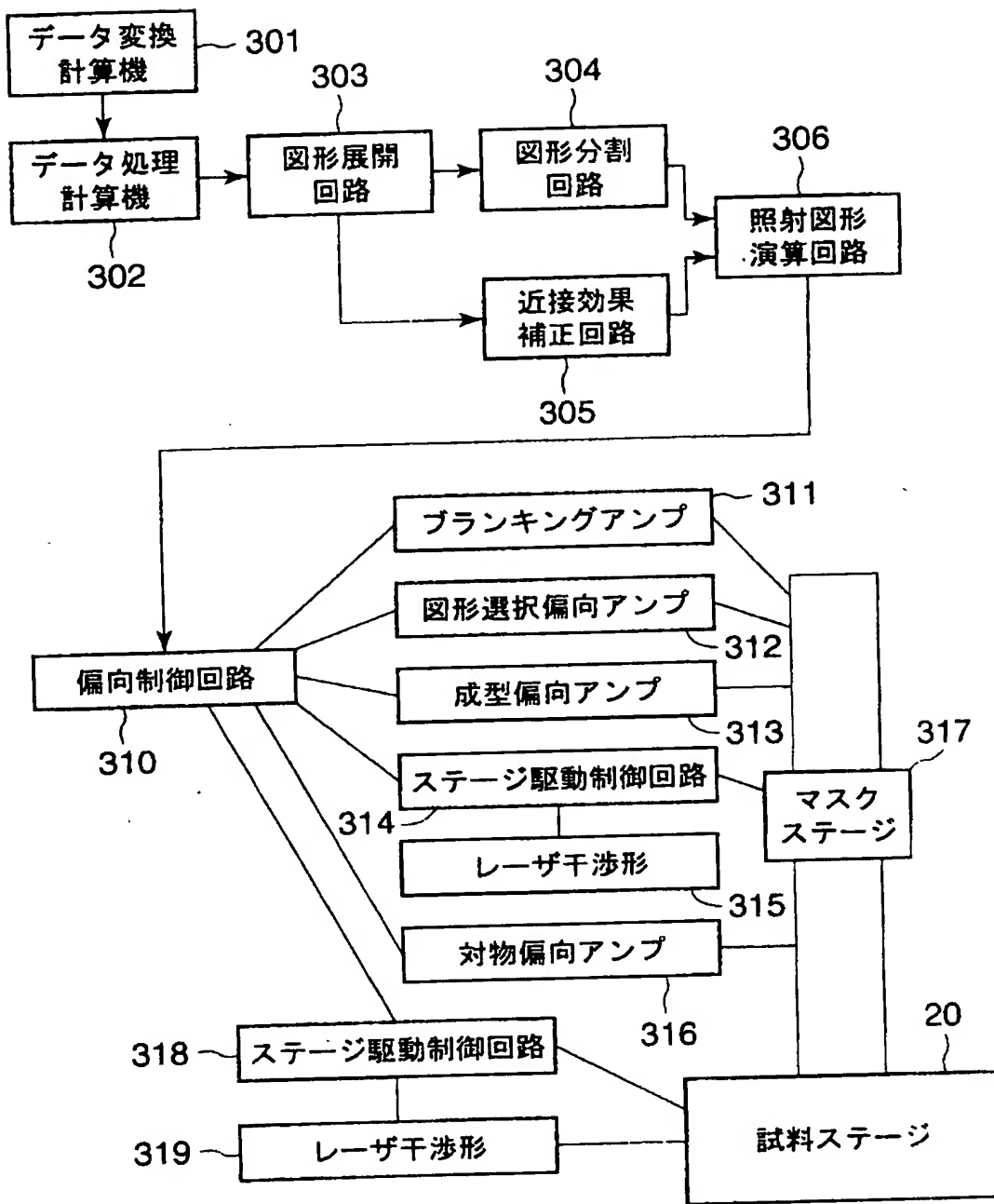
【図 1】



【図 2】



【図3】



【図 4】

図形コード 17~21:可変成型 22~:スキャン転写

	1-20	21-40	41-52	53-64
可変成型	図形コード	空白	空白	空白
	X	Y	Lx	Ly

スキャン転写	図形コード	Nscan	px	py
	X	Y	Nx	Ny

【図 5】

	図形数				
	図形コード	アドレス0			
	図形コード	アドレス1			
	⋮				
アドレス0	EBマスク コード	XB	YB	XF	YF
アドレス1	EBマスク コード	XB	YB	XF	YF
アドレス2	EBマスク コード	XB	YB	XF	YF
アドレス3	EBマスク コード	XB	YB	XF	YF
	⋮				



【図 6】

転写パターンデータ

	1-20	21-42	43-64	
スキャン 図形数 (NF)				
図形コード22 のデータのアド レス	図形コード22の データの原点の EBマスク上のx 座標	図形コード22の データの原点の EBマスク上のy 座標		
図形コード23 のデータのアド レス	図形コード23の データの原点の EBマスク上のx 座標	図形コード23の データの原点の EBマスク上のy 座標		
⋮				
図形コードNF + 21 のデータ のアドレス	図形コードNF+ 21のデータの原 点のEBマスク上 のx座標	図形コードNF+ 21のデータの原 点のEBマスク上 のy座標		

図形コード22のアドレス

1-16	17-32	18-48	49-64
S	xG	yG	
nx	ny	px	py
(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)
(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)
(2,0)	(2,1)	(2,2)	(2,3)
(ny-1,0)	(ny-1,1)	(ny-1,2)	(ny-1,3)
(0,4)	(0,5)	(0,6)	(0,7)
⋮			
(ny-1,4)	(ny-1,5)	(ny-1,6)	(ny-1,7)
(0,8)	(0,9)	(0,10)	(0,10)

図形コード23のアドレス

(ny-1,nx-4)	(ny-1,nx-3)	(ny-1,nx-2)	(ny-1,nx-1)
S	xG	yG	
nx	ny	sx	sy
(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)
(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)
(2,0)	(2,1)	(2,2)	(2,3)
(ny-1,0)	(ny-1,1)	(ny-1,2)	(ny-1,3)
(0,4)	(0,5)	(0,6)	(0,7)
⋮			
(ny-1,4)	(ny-1,5)	(ny-1,6)	(ny-1,7)
(0,8)	(0,9)	(0,10)	(0,10)
⋮			
(ny-1,nx-4)	(ny-1,nx-3)	(ny-1,nx-2)	(ny-1,nx-1)

【図 7】

転写パターンデータ

	1-20	21-42	43-64
スキャン 図形数 (NF)			
図形コード22 のデータのアド レス	図形コード22の データの原点の EBマスク上のx 座標	図形コード22の データの原点の EBマスク上のy 座標	
図形コード23 のデータのアド レス	図形コード23の データの原点の EBマスク上のx 座標	図形コード23の データの原点の EBマスク上のy 座標	

⋮

図形コードNF + 21 のデータ のアドレス	図形コードNF+ 21のデータの原 点のEBマスク上 のx座標	図形コードNF+ 21のデータの原 点のEBマスク上 のy座標	
-------------------------------	--	--	--

	1-16	17-32	18-48	49-64
図形コード22のアドレス	図形数(n)	全面積	xG	yG
	図形0面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py
	図形1面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py
	図形2面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py

⋮

図形コード23のアドレス	図形n-1面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py
	空白			
	図形数(n)	S	xG	yG
	図形0面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py
	図形1面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py
	図形2面積	xO	yO	
	nx	ny	px	py

⋮

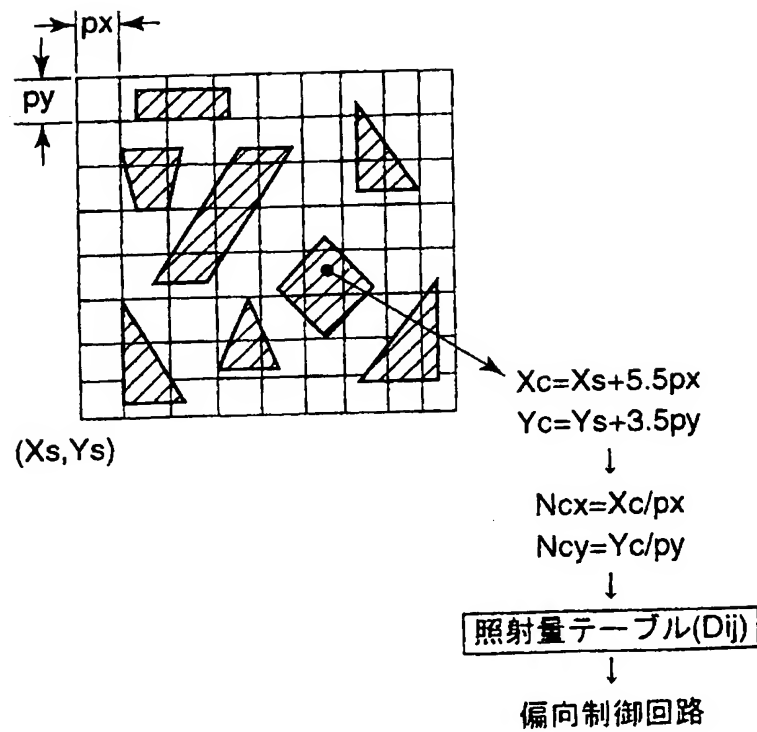
図形n-1面積	xO	yO	
nx	ny	px	py
空白			

⋮

【図 8】

照射量テーブルDij			
1-16	17-32	33-48	49-64
Nx	Ny	px	py
(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)
	⋮		
(Ny-1,0)	(Ny-1,1)	(Ny-1,2)	(Ny-1,3)
(0,4)	(0,5)	(0,6)	(0,7)
	⋮		
(Ny-1,4)	(Ny-1,5)	(Ny-1,6)	(Ny-1,7)
	⋮		
(0,Nx-4)	(0,Nx-3)	(0,Nx-2)	(0,Nx-1)
	⋮		
(Ny-1,Nx-4)	(Ny-1,Nx-3)	(Ny-1,Nx-2)	(Ny-1,Nx-1)
	⋮		

【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可変成形ビーム方式とスキャン転写方式とが混在する場合でもビーム照射量補正を正確に効率良く行う。

【解決手段】 可変成形ビーム露光方式とスキャン転写方式とを併用して試料上にパターンを描画する電子ビーム描画装置であって、可変成形ビームにより描画するためのデータとキャラクタパターンに相当するデータを図形展開回路 3 0 3 により試料 1 9 上に展開し、展開して得られた展開データに基づいて近接効果補正回路 3 0 5 により試料 1 9 上の各位置における寸法補正のための照射量分布を求め、求めた照射量分布に応じて照射図形演算回路 3 0 6 により、可変成形ビーム露光方式による成形ビームの照射位置毎にビーム照射量を補正し、且つスキャン転写方式によるビームスキャン位置毎にビーム照射量を補正する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝